

CLIPPEDIMAGE= JP411274143A

PAT-NO: JP411274143A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11274143 A

TITLE: DRY ETCHING METHOD AND MANUFACTURE OF THIN
FILM TRANSISTOR

PUBN-DATE: October 8, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

ISHIBASHI, TATSUO

N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

ADVANCED DISPLAY INC

N/A

APPL-NO: JP10072917

APPL-DATE: March 20, 1998

INT-CL_(IPC): H01L021/3065; H01L029/786 ; H01L021/336

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To selectively etch a silicon nitriding
film on amorphous
silicon, to eliminate the need of increasing the number of
processes and to
reduce the occurrence of the defect of etching remaining, by using
mixed gas
containing SF

SOLUTION: In a process for selectively etching only a silicon
nitriding film 6
on i-type amorphous silicon 5, dry etching using mixed gas
containing SF

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-274143

(43) 公開日 平成11年(1999)10月8日

(51) IntCl⁶

識別記号

F I

H 0 1 L 21/3065

H 0 1 L 21/302

F

29/786

B

21/336

29/78

6 2 7 C

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-72917

(22) 出願日 平成10年(1998)3月20日

(71) 出願人 595059056

株式会社アドバンスト・ディスプレイ

熊本県菊池郡西合志町御代志997番地

(72) 発明者 石橋 達夫

熊本県菊池郡西合志町御代志997番地 株

式会社アドバンスト・ディスプレイ内

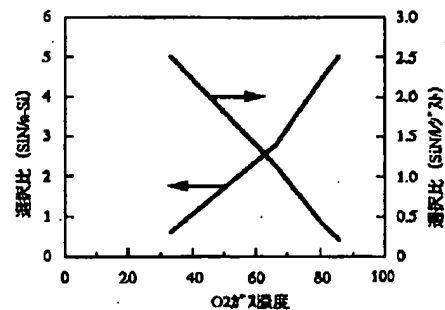
(74) 代理人 弁理士 大岩 増雄

(54) 【発明の名称】 ドライエッチング方法及び薄膜トランジスタの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 アモルファスシリコン上のシリコン窒化膜を選択的にエッチングでき、エッチング残等の不良の発生を低減するドライエッチング方法を提供する。

【解決手段】 i 型アモルファスシリコン上のシリコン窒化膜6のみを選択的にエッチングする工程において、少なくとも SF₆ ガスと O₂ ガスを含む混合ガスを用い、平行平板型プラズマエッチング装置を用い、アノード結合モード、ガス圧力 15 Pa、高周波出力密度 0.2 W/cm² の条件でドライエッチングを行った。この時、混合ガス中の O₂ ガス濃度を段階的または連続的に増加させることにより処理時間の短縮が図られ、寸法シフト量を低減できた。本発明によれば、堆積性のエッチング反応生成物の生成量が少なく、処理室内の異物が大幅に減少したので、エッチング残による欠陥の発生が低減でき、薄膜トランジスタの製造歩留まりが向上した。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空雰囲気中にエッチングガスを導入し、プラズマ中でアモルファスシリコン上に形成されたシリコン窒化膜を選択的にエッチングするドライエッチング方法であって、上記エッチングガスとして、少なくとも SF_6 ガスと O_2 ガスを含む混合ガスを用いることを特徴とするドライエッチング方法。

【請求項2】 エッチング中に、混合ガス中の O_2 ガス濃度を段階的に増加させることを特徴とする請求項1記載のドライエッチング方法。

【請求項3】 エッチング中に、混合ガス中の O_2 ガス濃度を連続的に増加させることを特徴とする請求項1記載のドライエッチング方法。

【請求項4】 平行平板型プラズマエッチング装置を用い、ガス圧力1〜50Pa、高周波出力密度0.01〜1w/cm²の範囲でエッチングを行うことを特徴とする請求項1〜請求項3のいずれか一項に記載のドライエッチング方法。

【請求項5】 透明絶縁性基板上にゲート電極を形成する工程、ゲート絶縁膜、i型アモルファスシリコン及びシリコン窒化膜を連続的に成膜し、レジストパターンを形成する工程、エッチングガスとして、少なくとも SF_6 ガスと O_2 ガスを含む混合ガスを用い、上記i型アモルファスシリコン上の上記シリコン窒化膜のみを選択的にエッチングする工程を含むことを特徴とする薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項6】 エッチング中に、混合ガス中の O_2 ガス濃度を段階的または連続的に増加させることを特徴とする請求項5記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液晶表示装置に用いられる薄膜トランジスタ及び半導体装置の製造工程において、アモルファスシリコン上のシリコン窒化膜を選択的にエッチングするドライエッチング方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図6は、液晶表示装置に用いられる薄膜トランジスタの製造工程の一例を示す断面図である。図において、1は透明絶縁性基板であるガラス基板、2は透明導電膜よりなる画素電極、3はゲート電極、4はゲート絶縁膜、5はi型アモルファスシリコン、6はシリコン窒化膜、7はn型アモルファスシリコン、8はソース電極、9はドレイン電極をそれぞれ示している。従来の薄膜トランジスタの製造方法を図6を用いて説明する。まず、ガラス基板1上にITO（インジウム錫酸化物）等の透明導電膜よりなる画素電極2を形成する。次に、ゲート電極3を形成する。さらに、ゲート絶縁膜

4、ノンドープのi型アモルファスシリコン5、シリコン窒化膜6を連続的に成膜し、レジストパターンを形成し、i型アモルファスシリコン5上のシリコン窒化膜6のみをエッチングし、除去する。この時のエッチング方法としては、例えば、緩衝フッ酸水溶液を用いたウエットエッチングや、 CHF_3 ガスを含むドライエッチングが用いられていた。その後、i型アモルファスシリコン5上にリン等をドーピングしたn型アモルファスシリコン7を形成し、次に、画素電極2とドレイン電極9を接続するコンタクトホールを開孔する。その後、Cr、Al等からなるソース電極8、ドレイン電極9を形成し、n型及びi型アモルファスシリコンをエッチングにより除去して、薄膜トランジスタが完成する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記のように、従来の薄膜トランジスタの製造工程において、i型アモルファスシリコン5上のシリコン窒化膜6のみを選択的にエッチングする方法として用いられていた緩衝フッ酸水溶液を用いたウエットエッチングでは、コンタクトホール部でシリコン窒化膜6のエッチング残が発生したり、エッチング後の水洗、乾燥後に、i型アモルファスシリコン5表面に染みが発生するという問題があった。このようにエッチング残や染みが発生した場合には、i型アモルファスシリコン5とその後形成するn型アモルファスシリコン7との間に電氣的コンタクトがとれずにトランジスタが正常に動作せず、点欠陥となり、歩留まり低下の原因となっていた。

【0004】また、i型アモルファスシリコン5上のシリコン窒化膜6を CHF_3 ガスを含むドライエッチングで行う場合には、i型アモルファスシリコン5に対するシリコン窒化膜6のエッチング速度比（以下、選択比（ SiN/a-Si ）と記す）を大きくとることができ、i型アモルファスシリコン5上のシリコン窒化膜6のみを選択的にエッチングすることは可能であった。しかし、 CHF_3 ガスがプラズマ中で反応した膜がドライエッチング装置の処理室内に堆積し、これが剥がれて異物となりエッチング中の基板に付着し、シリコン窒化膜6のエッチング残が発生するという問題があった。このように、 CHF_3 ガスをエッチングガスとして用いた場合には、エッチング残による欠陥が多く発生し、歩留まりが低いという問題があった。さらに、 CHF_3 ガスを含むドライエッチングで行う場合には、レジスト及びi型アモルファスシリコン5上にフッ素系炭素の堆積膜が形成されるため、この膜を除去する工程が必要となり、工程数が増えるという問題もあった。例えば、エッチング後、レジストをウエット処理で除去する際に炭素系の堆積膜は除去されずに残るため、レジスト除去前に炭素系の堆積膜を酸素を含むプラズマ処理で除去する工程が必要であった。

【0005】本発明は、上記のような問題点を解消する

ためになされたもので、アモルファスシリコン上のシリコン窒化膜を選択的にエッチングでき、かつ工程数を増加する必要がなく、エッチング残等の不良の発生を低減可能なドライエッチング方法を提供し、薄膜トランジスタの製造歩留まりを向上させることを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明に係わるドライエッチング方法は、真空雰囲気中にエッチングガスを導入し、プラズマ中でアモルファスシリコン上に形成されたシリコン窒化膜を選択的にエッチングするドライエッチング方法であって、エッチングガスとして、少なくとも SF_6 ガスと O_2 ガスを含む混合ガスを用いるものである。また、エッチング中に、混合ガス中の O_2 ガス濃度を段階的に増加させるものである。また、エッチング中に、混合ガス中の O_2 ガス濃度を連続的に増加させるものである。さらに、平行平板型プラズマエッチング装置を用い、ガス圧力 $1 \sim 50 \text{ Pa}$ 、高周波出力密度 $0.01 \sim 1 \text{ W/cm}^2$ の範囲でエッチングを行うものである。

【0007】また、本発明に係わる薄膜トランジスタの製造方法は、透明絶縁性基板上にゲート電極を形成する工程と、ゲート絶縁膜、i型アモルファスシリコン及びシリコン窒化膜を連続的に成膜し、レジストパターンを形成する工程と、エッチングガスとして、少なくとも SF_6 ガスと O_2 ガスを含む混合ガスを用い、i型アモルファスシリコン上のシリコン窒化膜のみを選択的にエッチングする工程を含んで製造するようにしたものである。さらに、エッチング中に、混合ガス中の O_2 ガス濃度を段階的または連続的に増加させるものである。

【0008】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 以下に、本発明の実施の形態を図について説明する。図6は、液晶表示装置に用いられる薄膜トランジスタの製造工程の一例を示す断面図である。図において、1は透明絶縁性基板であるガラス基板、2は透明導電膜よりなる画素電極、3はゲート電極、4はゲート絶縁膜、5はi型アモルファスシリコン、6はシリコン窒化膜、7はn型アモルファスシリコン、8はソース電極、9はドレイン電極をそれぞれ示している。本実施の形態による薄膜トランジスタの製造方法を図6を用いて説明する。まず、ガラス基板1上にITO等の透明導電膜よりなる画素電極2を形成する。次に、ゲート電極3を形成する。さらに、ゲート絶縁膜4、ノンドープのi型アモルファスシリコン5、シリコン窒化膜6を連続的に成膜し、レジストパターンを形成する。続いて、i型アモルファスシリコン5上のシリコン窒化膜6のみを後述の方法で選択的にエッチングし、除去する。その後、i型アモルファスシリコン5上にリン等をドーピングしたn型アモルファスシリコン7を形成し、画素電極2とドレイン電極9を接続するコンタクトホールを開く。その後、Cr、Al等からな

るソース電極8、ドレイン電極9を形成し、n型及びi型アモルファスシリコンをエッチングにより除去して、薄膜トランジスタが完成する。

【0009】本実施の形態では、i型アモルファスシリコン5上のシリコン窒化膜6のみを選択的にエッチングする工程において、少なくとも SF_6 ガスと O_2 ガスを含む混合ガスを用いたドライエッチングを用いて行うものである。図1は、平行平板型プラズマエッチング装置を用い、アノード結合モード、ガス圧力 15 Pa 、高周波出力密度 0.2 W/cm^2 の時の SF_6 と O_2 ガスを含む混合ガスによるi型アモルファスシリコン5、シリコン窒化膜6及びレジストのエッチング速度を示す図である。 O_2 ガス濃度の増加とともに、i型アモルファスシリコン5及びシリコン窒化膜6のエッチング速度は減少するが、レジストのエッチング速度は増大する。また、図2は、図1より計算した選択比 ($\text{SiN}/\text{a-Si}$)、レジストに対するシリコン窒化膜のエッチング速度比 (以下、選択比 ($\text{SiN}/\text{レジスト}$) と記す) を示す図である。 O_2 ガス濃度の増加とともに選択比 ($\text{SiN}/\text{a-Si}$) は増大するが、選択比 ($\text{SiN}/\text{レジスト}$) は小さくなる。すなわち、 O_2 ガス濃度が大きいほど、シリコン窒化膜6の選択的エッチングには好ましいが、レジストに対するシリコン窒化膜6の膜厚が厚い場合には、エッチング中にレジストが消失してしまうことがある。このため、i型アモルファスシリコン5、レジスト、シリコン窒化膜6の膜厚比を考慮し、適当な O_2 ガス濃度の条件を設定する必要がある。

【0010】本実施の形態における SF_6 ガスと O_2 ガスを含む混合ガスを用いたドライエッチング方法によれば、堆積性のエッチング反応生成物の生成量が少なく、処理室内に付着する堆積膜の量が CHF_3 ガスを用いた場合に比べて大きく減少した。このため、処理室内の壁等に付着した堆積膜が剥がれることによって生じる異物を大幅に低減することができ、エッチング残による欠陥が大きく減少した。また、従来のウェットエッチングで発生していたエッチング残や、i型アモルファスシリコン5表面の染みも発生せず、薄膜トランジスタの製造歩留まりが向上した。さらに、本実施の形態のドライエッチング方法では、エッチング後のウェット処理によるレジスト除去の際に、従来の CHF_3 ガスを用いたドライエッチングの場合に見られた基板上的堆積膜が形成されていなかった。このため、従来行っていた酸素を含むプラズマ処理の工程を省略することができ、工程の簡略化が可能となった。

【0011】なお、本実施の形態では、 SF_6 ガスと O_2 ガスの2種類の混合ガスを用いたが、他に He ガス、 N_2 ガスを混合しても良い。また、ガス圧力は $1 \sim 50 \text{ Pa}$ 、高周波出力密度は $0.01 \sim 1 \text{ W/cm}^2$ の範囲であればよく、カソード結合モードでもよく、同様の効果が得られる。

【0012】実施の形態2。上記実施の形態1では、選択比($\text{SiN}/\text{a-Si}$)と選択比($\text{SiN}/\text{レジスト}$)は、トレードオフの関係であることを示したが、レジストに対するシリコン窒化膜6の膜厚が大きい場合、シリコン窒化膜6に対するi型アモルファスシリコン5の膜厚が薄く大きな選択比が必要な場合、あるいは寸法シフト量を小さく抑える必要がある場合には、選択比($\text{SiN}/\text{a-Si}$)と選択比($\text{SiN}/\text{レジスト}$)の両方を大きくする必要がある。本実施の形態では、エッチング中の混合ガス中の O_2 濃度を2段階で増加させることにより、上記の条件を達成することができた。

【0013】図3は、本発明の実施の形態2における SF_6 と O_2 混合ガス系での O_2 ガス濃度の時間変化を示す図である。図に示すように、エッチング開始後、まず第1段階では、レジストのエッチングを抑えてエッチングするために、 O_2 濃度が小さい条件でエッチングする。ここでは、シリコン窒化膜6をすべてエッチングしてしまうと、i型アモルファスシリコン5のエッチング量が大きくなってしまいうため、i型アモルファスシリコン5が表面に現れる前に放電を停止する。次いで、第2段階では、シリコン窒化膜6の膜厚が薄くなり、i型アモルファスシリコン5に対する選択比が必要となるので、 O_2 濃度が大きい条件でエッチングする。

【0014】本実施の形態によるドライエッチング方法の一例を説明する。比較例として、選択比($\text{SiN}/\text{a-Si}$)が4.5、選択比($\text{SiN}/\text{レジスト}$)が0.5の条件で、1段階でエッチングする場合、シリコン窒化膜の膜厚をdとし、膜厚に対し20%のオーバーエッチングをするとした時に、レジストの除去量は2.4dとなる。これに対し、第1段階を選択比($\text{SiN}/\text{a-Si}$)が1.5、選択比($\text{SiN}/\text{レジスト}$)が2の条件で、第2段階を選択比($\text{SiN}/\text{a-Si}$)が4.5、選択比($\text{SiN}/\text{レジスト}$)が0.5でエッチングする場合について説明する。仮に、第1段階では、シリコン窒化膜6の80%をエッチングし、残りの20%と20%のオーバーエッチングを行う時、エッチング中のレジスト除去量は1.2dとなり、1段階の場合の約半分となる。このため、1段階エッチングでは、レジストが消失する場合でも、2段階エッチングではレジストは残ることになる。一般に、寸法シフト量はレジスト除去量にほぼ比例するため、1段階エッチングに比べ2段階エッチングでは、寸法シフト量もほぼ半分となる。

【0015】以上のように、本実施の形態によれば、混合ガス中の O_2 ガス濃度を2段階で増加させてエッチングすることにより、上記実施の形態1と同様の効果が得られ、さらに、シリコン窒化膜6の膜厚が厚い場合にも、レジストが消失することなくエッチングすることができ、寸法シフト量を小さく抑えることができる。また、第1段階でのエッチング速度は大きく、処理速度が向上するという効果も得られた。

【0016】実施の形態3。図4は、本発明の実施の形態3における SF_6 と O_2 混合ガス系での O_2 ガス濃度の時間変化を示す図である。上記実施の形態2では、エッチング中の O_2 ガス濃度を2段階で増加させてエッチングする例について示したが、本実施の形態では、図4に示すように3段階で O_2 濃度を増加させてエッチングを行うものである。本実施の形態によっても、上記実施の形態2と同様の効果が得られる。なお、3段階以上で O_2 ガス濃度を増加させても良い。

【0017】実施の形態4。図5は、本発明の実施の形態4における SF_6 と O_2 混合ガス系での O_2 ガス濃度の時間変化を示す図である。上記実施の形態2及び3では、エッチング中の O_2 ガス濃度を段階的に増加させてエッチングする例について示したが、本実施の形態では、図5に示すように、放電を止めずに、連続的に O_2 ガス濃度を増加させてエッチングを行うものである。本実施の形態によっても、上記実施の形態2及び3と同様の効果が得られる。

【0018】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、アモルファスシリコン上に形成されたシリコン窒化膜を選択的にエッチングするドライエッチング方法において、エッチングガスとして、少なくとも SF_6 ガスと O_2 ガスを含む混合ガスを用いたので、堆積性のエッチング反応生成物の生成量が少なくなり、処理室内の異物を大幅に低減することができた。その結果、エッチング残による欠陥を低減することができ、薄膜トランジスタの製造歩留まりが向上した。また、従来のエッチング方法において必要であった堆積膜の除去工程が不要となり、製造が簡略化された。

【0019】さらに、エッチング中に O_2 ガス濃度を増加させることにより、処理時間の短縮が図られ、寸法シフト量を低減することができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1～4であるドライエッチング方法における SF_6 と O_2 混合ガス系での O_2 ガス濃度とエッチング速度の関係を示す図である。

【図2】 本発明の実施の形態1～4であるドライエッチング方法における SF_6 と O_2 混合ガス系での O_2 ガス濃度とエッチング選択比の関係を示す図である。

【図3】 本発明の実施の形態2であるドライエッチング方法における SF_6 と O_2 混合ガス系での O_2 ガス濃度の時間変化を示す図である。

【図4】 本発明の実施の形態3であるドライエッチング方法における SF_6 と O_2 混合ガス系での O_2 ガス濃度の時間変化を示す図である。

【図5】 本発明の実施の形態4であるドライエッチング方法における SF_6 と O_2 混合ガス系での O_2 ガス濃度の時間変化を示す図である。

【図6】 液晶表示装置に用いられる薄膜トランジスタ

(5)

特開平11-274143

7

8

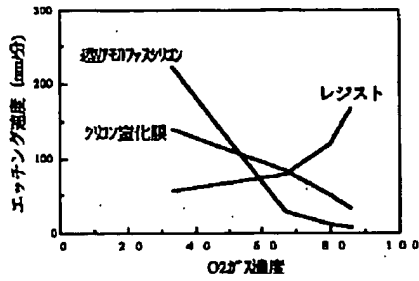
の製造工程の一例を示す断面図である。

【符号の説明】

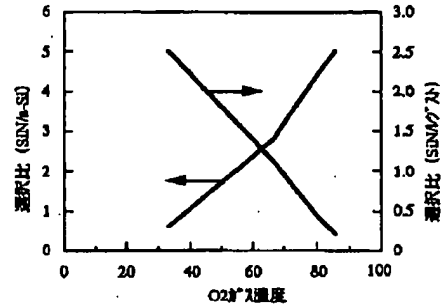
1 ガラス基板、2 画素電極、3 ゲート電極、4

ゲート絶縁膜、5 i型アモルファスシリコン、6 シリコン窒化膜、7 n型アモルファスシリコン、8 ソース電極、9 ドレイン電極。

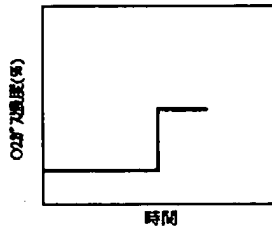
【図1】



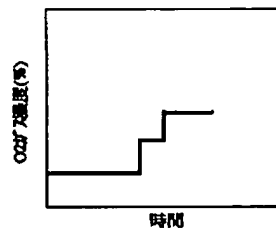
【図2】



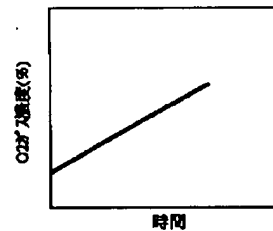
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

